

# miljö

## TREN DER från SLU

### Innehåll

Vi behöver modeller i miljövårdsarbetet 2

#### Modellering

N-GIS-modellering av  
kväveflöden till våra kuster 3

Fyriså-modellen – näringsflöden i  
avrinningsområden 6

Kväveflöden på gårdsnivå – två modeller 8

Episodmodellen – skiljer på naturligt lågt  
pH och mänsklig försurningspåverkan  
i Norrland 10

#### Notiser 12

Program för att uthålligt använda vatten  
Förstudie för landskapsövervakning  
Seminarier och workshops



## Tema: Modeller i miljöanalysen

Modeller blir allt vanligare som arbetsverktyg i miljövårdsarbetet. Med dessa är det möjligt att tolka och förstå komplexa orsakssamband. Ofta kan också resultaten visualiseras på ett mer pedagogiskt sätt. I detta nummer presenteras några av de modeller som vidareutvecklas inom SLU.

# Vi behöver modeller i miljövårdsarbetet!

SOM MÄNSKLIGA VARELSER samlar vi under vår levnad fortlöpande intryck av vår omvärld. De bearbetas och integreras till en uppfattning om hur saker och ting hänger ihop – vad som "får hjulen i tillvaron att snurra". Man kan säga att vi bygger modeller av verkligheten. Med dem kan vi både analysera en situation bakåt i tiden och i viss mån förutsäga hur saker och ting kommer att utvecklas.



Foto: Mats Gerentz/SLU

I MILJÖARBETET behöver vi som forskare, beslutsfattare eller engagerade medborgare också modeller som hjälper oss förstå samband och förutse konsekvenser av olika handlingsvägar. Att utveckla sådana modeller är en viktig del av SLU:s forskning och fortlöpande miljöanalys. I det här numret av Miljötrender berättar vi om modeller för analys och prediktion av näringsflöden och surstötter i vattendrag.

EN VIKTIG FAKTOR för övergödningen av våra vattenområden är växtnäringsförluster från jordbruket. Ansvar för en god näringshushållning med minimal utlakning av näringsämnen vilar ytterst på den enskilde lantbrukaren. Till hjälp för en enkel uppskattning av kväveutlakningen har SLU utvecklat Indexmodellen. Modellen visar hur odlingen påverkar utlakningen och har nyligen byggts in i Jordbruksverkets rådgivningsprogram för hushållning med växtnäring på gårdsnivå. Med SOILN-DB-modellen kan man beräkna utlakning och andra kväveflöden i marken men också hur markens kväveförråd ändras av olika odlingsåtgärder.

INTE BARA JORDBRUKET orsakar övergödning av våra vatten. Utsläpp av näringsämnen har dessutom olika effekter beroende på var de förekommer. Därför är det viktigt att hela avrinningsområden omfattas av analysen. I Fyrisåmodellen beräknas bidraget av kväve och fosfor från olika källor inom ett avrinningsområde. Också fastläggning och vidaretransport genom området beräknas. Det är nu också möjligt att beräkna vilka effekter åtgärder för att minska belastningen har i sjöar inom avrinningsområdet.

FÖR STORSKALIGARE ANALYSER, dvs beräkning av belastningen inom hela regioner och tillförseln till omgivande havsområden, vidareutvecklas N-GIS-modellen som tagits fram i samarbete mellan SLU, Naturvårdsverket och SMHI. Arbetet syftar bland

annat till att åstadkomma bättre kopplingar till stöd-databaser, infoga nya uppgifter om jordarter och markanvändning, utveckla differentierade förlustkoefficienter för skogsmark samt inkludera fosfor i modellen.

FÖR ANALYS AV och åtgärder mot försurningen av vattendrag är det viktigt att kunna skilja effekter av naturliga processer från mänsklig påverkan, inte minst under perioder med höga flöden då så kallade surstötter förekommer. För detta har SLU utvecklat Episodmodellen. Modellen beräknar bland annat de naturliga, organiska humussyrornas betydelse för pH och gör det möjligt att följa utveckling och trender i episodkemin orsakade av till exempel förändringar i depositionsmonster eller klimat.

VID SIDAN AV "gamla" problem som övergödning och försurning står hotet mot den biologiska mångfalden högt på miljövårdens agenda. Här är det viktigt att ha tillgång till modeller som gör det möjligt att analysera hur den biologiska mångfalden beror av och förändras med varierande omvärldsbetingelser. SLU arbetar med att utveckla flera sådana modeller och vi hoppas kunna berätta mer om detta i ett kommande nummer av Miljötrender.

*Torgny Wiederholm*

TORGNY WIEDERHOLM

Miljötrender utkommer med 4 nr/år

ANSVARIG UTGIVARE: Torgny Wiederholm,  
torgny.wiederholm@md.slu.se, 018-67 31 13  
REDAKTÖRER: Lina Berglöf, lina.berglof@md.slu.se,  
tel. 018-67 31 07 & Ann-Katrin Hallin,  
ann-katrin.hallin@md.slu.se, TEL: 018-67 38 25

REDAKTIONENS ADRESS: SLU Miljödata  
Box 7062  
750 07 Uppsala

FAX: 018-67 35 94  
E-POST: miljodata@slu.se

SLU MILJÖDATAS HEMSIDA: [www.md.slu.se](http://www.md.slu.se)

GRAFISK FORM & ORIGINAL: Grön idé AB  
OMSLAGSFOTO: Sven Bråkenhielm/SLU  
UPPLAGA OCH TRYCK: 1500 ex., Adebé Miljötryck.  
ISSN: 1403-4743. © SLU Miljödata

PRENUMERATIONER (kostnadsfritt):  
SLU Publikationstjänst  
Box 7075  
750 07 Uppsala  
FAX: 018-67 28 54  
E-POST: inger.blomstedt@cf.slu.se



# N-GIS-modellering av kväveflöden till våra kuster



Ursprungligen utvecklades modellen N-GIS för att ge svar på frågan om Sverige klarat halveringsmålet för kvävebelastningen till havet. Men modellen kan också användas som plattform för att tydliggöra den kunskap om samband som forskarna har

## Verktyg för strategiska beslut

Grundidén med modellen N-GIS är relativt enkel och bygger på ett geografiskt ramverk (GIS = Geografiskt Informationssystem). För varje delavrinningsområde beräknas tillförseln av kväve till vattendragen. Genom att tillämpa koefficienter för retention (se fakta Kväveretention) går det sedan att beräkna hur mycket olika kvävekällor i inlandet bidrar till kvävebelastningen på omgivande hav. Man kan också få fram källfördelningar som visar olika kvävekällors bidrag till den totala kvävebelastningen och se effekterna av tänkbara åtgärder för att minska kväveutsläppen. Därigenom kan man få ett underlag att bedöma vad som är kostnadseffektiva åtgärder för att nå ett bättre havsmiljö tillstånd. En fördel med ett geografiskt ramverk är att underlag och beräkningar kan åskådliggöras i tematiska kartor. N-GIS-modellen är normerad, vilket innebär att det går att göra uppskattningar på ett jämförbart sätt för olika år eller miljösituationer oberoende av förändringar hos omvärldsfaktorer som väderlek, avkastning av olika grödor etc (se Uppföljning av halveringsmålet).

## Samband synliggörs

Det unika med modellen N-GIS jämfört med tidigare ansatser är att man utvecklat beräkningsförfarandet och därmed tydliggjort kunskapen om vilka faktorer som styr kväveläckaget. Upplösningen i rummet för N-GIS-modellen är också betydligt bättre än vad som tidigare funnits att tillgå i Sverige och för de flesta andra länder (se fakta Datakrav och upplösning).

Tidigare beräknades kväveläckaget utifrån principen att olika landtäcken\* kan tilldelas olika läckagekoefficienter. Dessa baserades på regressioner av kväveläckaget för respektive landtäcke antingen från det givna området eller på värden från studier i andra områden. Ett områdes totala kväveläckage fick man fram genom att multiplicera ytan av respektive landtäcke i området med respektive kväveläckagekoefficient. Detta angreppssätt tog inte hänsyn till exempelvis att landtäckeklassen "skogsmark" har ett stort variationsbredd i kväveläckaget på olika platser.

\* landtäcke (övers. av eng. "land cover") = ytan i ett område klassifierad enligt någon given definition. Exempel på vanligt använda landtäckeklasser är skogsmark, jordbruksmark, tätbebyggd mark, övrig öppen mark, etc. För mer information om pågående landtäckeklassifiering, se <http://www.mdc.kiruna.se/corine/>.

Foto: Mats Gerentz/SLU

### fakta

#### Kväveretention

Kväveretention innebär att kväve genom sedimentation, växtupptag eller denitrifikation blir otillgängligt för bioproduktion och vidare transport i markvatten och vattensystem. Denitrifikation är en bakteriell process där nitratkväve omvandlas till kvävgas. Ju längre från kusten en kvävekälla ligger desto större chans för kväveretention på vägen. För att avgöra hur mycket olika kvävekällor i inlandet bidrar till belastningen på havet krävs att retentionen mellan källan och kusten kan beräknas. I N-GIS-modellen beräknas retentionen för olika kvävekällor baserat på bland annat kvävebelastningen, temperatur, andelen våtmarker och sjötytor samt avstånd till havet.

I N-GIS-modellen har man lagt in extra steg bland annat genom att låta landtäcket ha egenskaper, exempelvis bonitet (en bördighetsklassning), som påverkar kväveläckaget. Därmed får man en differentiering av kväveläckaget från skogsmark beroende på bonitet vilket avspeglar den kunskap om samband som finns. Landtäckeklassen "jordbruksmark" har i N-GIS modellen getts betydligt fler egenskaper som påverkar kväveläckaget. Det sker genom att en annan etablerad modell, SOILN, ingår som en modul i N-GIS-modellen. I SOILN är kväveläckaget beroende av en rad faktorer som typ av gröda, jordart, skörd, gödsling, klimatfaktorer, m fl.

#### fakta

#### Datakrav och upplösning

En GIS-baserad kväveläckagemodell behöver ingångsdata med lägesangivelser i ett känt och gemensamt koordinat-system. För parametrar med diffus utbredning är det viktigt att ingångsdata har tillräcklig täckningsgrad för att trovärdiga värden fördelade över hela ytan ska erhållas. Saknas data kan interpolation, extrapolation eller geostatistik hjälpa till att skapa yttäckande värden. Hänsyn bör tas till detta då resultatet sedan används.

I N-GIS-modellen har vissa ingångsdata för närvarande tämligen grov upplösning och resultat bör därför inte utan vidare tillämpas på lokal nivå.

#### Fortsatt modellutveckling

SLU:s fortsatta arbete med N-GIS-modellen handlar om en rad planerade förbättringar av den nuvarande modellen, t ex att föra in nya data om jordarter. Man kommer att inkorporera nya normalutlakningsvärden för olika växtföljder som håller på att tas fram. Dessutom vill man få en bättre differentiering av läckaget från skogsmark samt angripa aspekterna noggrannhet, felfortplantning och representativitet i rummet. Modellen ska också utvidgas till att omfatta fosfor.

SLU vill även göra modellen mer användarvänlig och interaktiv. Bland annat finns önskemål om ett förbättrat "tittskåp" för kartor på dator, vilket nu enbart finns i prototyp. ✨

KONTAKTPERSONER: Arne Gustafson (projektledare SLU:s N-GIS-projekt), Inst för markvetenskap, SLU och Kjell Olsson, SLU Miljödata.

Tel. 018-67 10 00 (vx)

E-POST: Arne.Gustafson@mv.slu.se,

Kjell.Olsson@md.slu.se

## Uppföljning av halveringsmålet

MILJÖMINISTRARNA från länderna runt Östersjön och Västerhavet gjorde 1985 en överenskommelse om att halvera belastningen av kväve och fosfor på havet under tio år (1). För att följa upp hur det gått med Sveriges kvävebelastning utvecklade Naturvårdsverket, i samarbete med SLU och SMHI, N-GIS-modellen (2). Som undersökningsområde för regeringsuppdraget valdes den tredjedel av Sverige som ligger söder om Dalälven och dränerar till egentliga Östersjön, Kattegatt och Skagerak. Beräkningar av kväveläckaget gjordes för åren 1935, 1951, 1985, 1994 och 1995. Retentionsvärden från SMHI fanns dock enbart för 1985 och 1994, vilket innebär att kvävebelastningen på havet endast kunde beräknas för dessa år (se fakta Underlagsdata och antaganden).

Enligt beräkningarna och med hänsyn till retention har de antropogena utsläppen av kväve till haven minskat från 66 000 ton 1985 till 54 000 ton 1995. Det innebär att en minskning av kväveutsläpp skett med 20 procent under tioårsperioden. De största utsläppskällorna är jordbruket och avlopprensingsverken med 45 procent respektive 33 procent. ✨

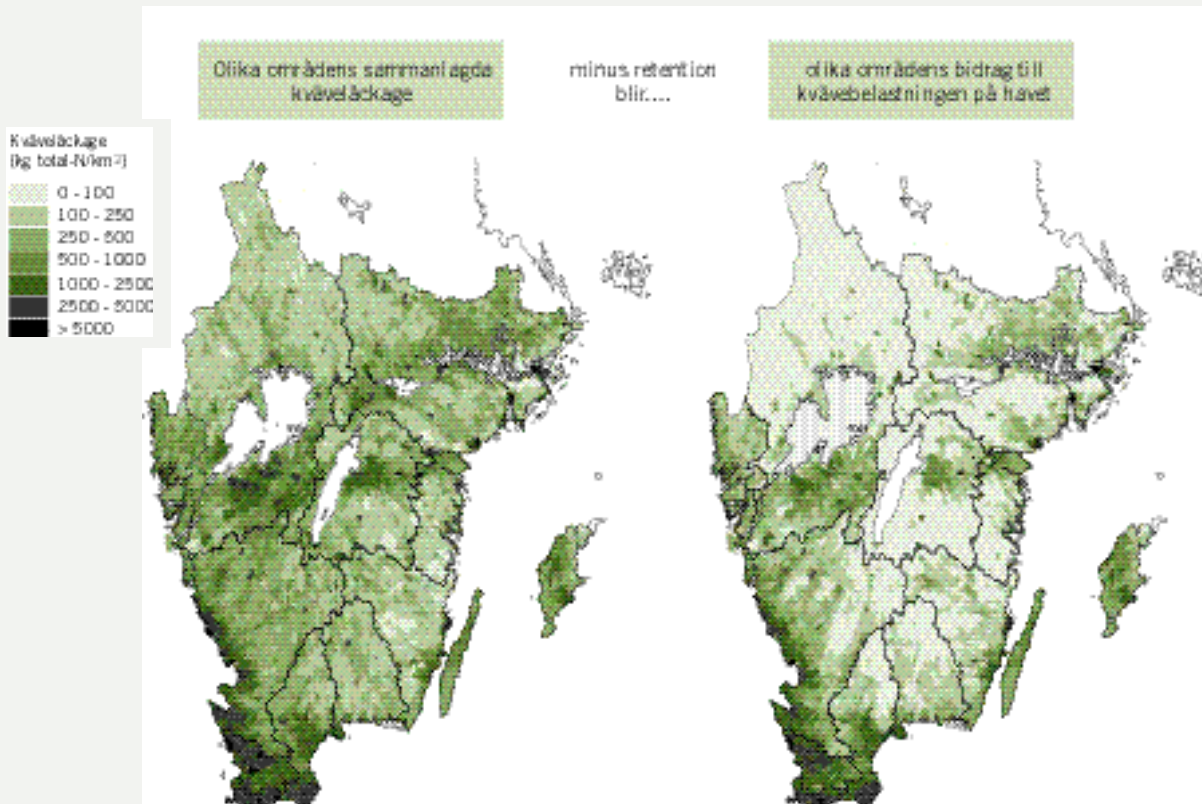
#### NOTER OCH KÄLLHÄNVISNINGAR

1. 1987 HELCOM

2. I arbetsgruppen tog institutionen för markvetenskap vid SLU fram normalutlakningsvärden av kväve från åkermark (Anon., 1997, Kväv eläckage från svensk åkermark, Naturvårdsverket rapport 4741 och Hoffmann, M., 1999, Assessment of Leaching Loss Estimates and Mass Load of Nitrogen from Arable Land in Sweden Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Agraria 168, SLU). SMHI beräknade retentionsgraden relativt havet per delavrinningsområde (Wittgren, H.-B. & B. Arheimer, 1997, Modell för kvävetransport, retention och källfördelning för södra Sverige, SMHI rapport RH 13 och Arheimer, B., 1998, Riverine Nitrogen Analysis and Modelling under Nordic conditions, Linköping Studies in Arts and Science, No. 185, Linköping University). Vid Naturvårdsverket, dåvarande enheten för vattenskydd, byggdes det GIS-baserade ramverk som anpassar olika ingångsdata, beräknar kvävebelastning från olika sektorer och därigenom källfördelning, samt beräknar och presenterar olika underlag till slutsatser och förslag till åtgärder (Anon., 1997, Kväve från land till hav, Naturvårdsverket rapport 4735 och Anon., 1997, "GIS-modell för kväve från land till hav", Naturvårdsverket rapport 4821)

3. Löfgren, S. & H. Olsson (1990). Tillförsel av kväve och fosfor till vattendrag i Sveriges inland Naturvårdsverket rapport 3692.

4. Johnsson, H., Bergström, L., Jansson, P.-E. & Paustian, K. 1987. Simulated nitrogen dynamics and losses in a heavy agricultural soil. Agric. Ecosystems Environ. 18, 333-356.



Figur 1. Exempel på resultat från N-GIS modellen från uppföljningen av Sveriges kvävehalveringsmål. Den vänstra kartan visar det totala kväveläckaget från olika delavrinningsområden 1995 (kg N/km<sup>2</sup>). Utsläppen är störst där det finns intensiva jordbruksbygder och större avloppreningsverk och industrier. Många stora punktsläpp lig-

ger vid kusten. I kartan till höger har avdrag för retention mellan delavrinningsområde och kust gjorts och det som visas här är hur mycket varje delavrinningsområde bidrar till kvävebelastningen på omgivande hav 1995 (kg N/km<sup>2</sup>). Datakälla: Kjell Olsson, SLU Miljödata (SLU:s N-GIS-projekt).

#### fakta

#### Underlagsdata och antaganden

Alla data som beräkningarna baseras på är lägesangivna i ett geografisk ramverk. Resultaten baseras på data från drygt 4 000 delavrinningsområden.

**Reningsverk och industrier** Uppgifter om avloppsreningsverk togs från Naturvårdsverkets databas KRUT (större verk) och SCB (mindre verk) och placerades med sin utsläppspunkt i respektive delavrinningsområde med hjälp av gröna kartan och kommunala VAV-uppgifter. Av industrianläggningar ingick endast de med de största kväveutsläppen i avloppsnätet. En uppdelning i organiskt och oorganiskt kväve gjordes baserat på branschvisa schabloner.

**Deposition** Deposition av diffusa läckagekällor angavs i rutor om 150 x 150 km. Sjötytor och tätortstyper erhöll värden beroende på läge i rutor. Depositionen på vattendrag räknades inte in. Dataunderlag kom från SMHI och Naturvårdsverket.

**Enskilda avlopp** Kvävebelastningen från enskilda avlopp fördelades jämnt över glesbygdsytan per kommun och summerades sedan per delavrinningsområde. Belastningen beräknades utifrån data om antal personer i småhus och de som ej är anslutna till vatten- och avloppsnät, personernas tid tillbringad i hemmet, schabloner för hur mycket kväve som genereras per person, uppskattningar av fördelningen mellan olika reningsmetoder och reningsgraden hos olika reningsmetoder.

**Skog** Skogens läckage av kväve beräknades utifrån regressionsbaserade läckageekvationer med oberoende variabler

för bonitet och avrinning (3). Avrinningsdata erhöles från SMHI och bonitetsdata från Riksskogstaxeringen. Den högsta bonitetsklassen delades i två för att bättre anpassas till de bördigaste områdena i Sydsverige. En schablon användes för att dela upp kvävebelastningen i naturlig respektive antropogen.

**Jordbruk** För jordbruket beräknades ett par tusen normalutlakningsvärden för olika kombinationer av gröda, jordart, gödselregim och klimatzon med hjälp av simuleringar med SOILN-modellen för rotzonsläckage baserat på typområden (4). Arealdata från SCB om olika grödor per församling omräknades till arealer per delavrinningsområde. Varje delavrinningsområde tilldelades den dominerande jordarten och klimatzonen samt normalutlakningsvärdet för varje kombination av gröda, jordart, gödselregim och klimatzon multiplicerat med motsvarande areal. De olika läckagevärdena summerades till den totala jordbruksbelastningen per delavrinningsområde. För jordbruksmarken beräknades belastningen för grödor och extensiv vall, dvs ögödslad och obearbetad. Av den totala jordbruksbelastningen ansågs den "naturliga" komponenten i läckaget motsvaras av den extensiva vallen.

**Totalt bidrag till havet** Bruttobelastningar för alla källor multiplicerades med motsvarande retentionsfaktor för delavrinningsområdet för att ge bidraget till kvävebelastningen på havet.

# Fyriså-modellen – näringsflöden

MEÐ HJÄLP AV FYRISÅ-MODELLEN kan man få en helhetsbild av fosfor- och kvävedynamiken i ett avrinningsområde. Det är en vattendragsmodell som utvecklats vid institutionen för miljöanalys vid SLU. Modellen utarbetades ursprungligen för Fyrisåns avrinningsområde men har även tillämpats på andra områden (se exemplet Storsjön och 1, 2, 3).

Utgångspunkten är en analys av kväve- och fosforkällornas storlek och lokalisering. Modellen kan sedan beräkna flödet av näringsämnen genom varje delavrinningsområde, dvs hur mycket som fastläggs respektive transporteras vidare nedströms. Man kan få svar på hur mycket olika källor bidrar till den totala belastningen och var de största läckagen sker. Genom att simulera exempelvis minskade näringsämnesbelastningar kan också effekterna av tänkta åtgärder i avrinningsområdet belysas.

## Modellbeskrivning

Grundenheten i modellen är delavrinningsområden som sammanlänkas i ett hydrologiskt nätverk. Utflödet av näringsämnen från ett delavrinningsområde beräknas som summan av all tillförsel minus retentionen av näringsämnen. Retentionen är i modellen en funktion av temperatur, potentiell koncentration (mg/l) av kväve eller fosfor, sjöyta, vattendragslängd samt särskilda parametrar för fastläggning i vattendragen. De drivdata som används i modellen är antingen tidsberoende (vattenföring, uppmätta näringsämneskoncentrationer, näringsämnesstransporter, vattentemperaturer och punktutsläpp), eller tidskonstanta (markanvändning, vattendragslängd eller antalet glesbygdsboende). För varje delavrinningsområde beräknas transporten av näringsämnen med hjälp av områdestypiska arealförlustkoefficienter som är mark- och flödesberoende.

## Framtida utveckling

Arbetet med vidareutveckling sker för närvarande längs tre huvudlinjer. I likhet med utvecklingsarbetet i N-GIS-modellen vill man differentiera näringsläckaget för olika markslag (som funktion av exempelvis klimat, bonitet, skogsbruk eller växtföjd). Dessutom planerar man att ytterligare integrera sjömodellen i vattendragsmodellen. Särskild tonvikt läggs också på utveckling av prognosstyrkan i modellen vad gäller arealförluster vid återhämtningsförlopp efter minskad belastning. ✨

## Hur kan man förbättra Storsjön?

STORSJÖN I GÄSTRICKLAND utsätts årligen för algblomningar och har dessutom haft problem med toxinbildande alger. En omfattande algblomning 1996 ledde till beslut om att orsakerna till övergödningen måste utredas för att ta fram förslag på åtgärder för att förbättra vattenkvaliteten. Som verktyg valde man Fyriså-modellen (2).

### Belastningsläge

Storsjöns bakgrundshalt av fosfor varierade mellan 40–50 µg/l under perioden 1991–1996. Detta kan jämföras med att gränsen för att en massutveckling av cyanobakterier kan uppträda ligger vid 25 µg fosfor/l (4). Vattendragen i Storsjöns tillrinningsområde tillförs varje år drygt 23 ton fosfor och 690 ton kväve. Av detta når två tredjedelar av fosfor och hälften av kvävet fram till Storsjön. Skillnaden förklaras av retention i sjöar och vattendrag på vägen till Storsjön (se exempel i figur 2). En källfördelning visade att de antropogena (mänskligt betingade) källorna sammanlagt svarar för drygt 40 procent av Storsjöns fosforbelastning och närmare 70 procent av kvävebelastningen. För både fosfor och kväve var de

KONTAKTPERSON: Hans Kvarnäs, Inst. för miljöanalys, SLU, Box 7050, 750 07 Uppsala.

Tel. 018-67 31 16

E-POST: hans.kvarnas@ma.slu.se

### KÄLLHÄNVISNINGAR

1. Kvarnäs H., 1996. Modellering av näringsämnen i Fyrisåns avrinningsområde Fyrisåns Vattenförbund, Uppsala.
2. Håkansson, J.-Å. & H. Kvarnäs, 1998. Modellering av näringsämnen i Storsjön och dess tillrinningsområde Länsstyrelsen i Gävleborg, Rapport 1998:13.
3. Kvarnäs, H., 1997. Modellering av näringsämnen i Vätterns tillrinningsområde. Källfördelning och Retention. Rapport nr 47 från Vätternvårdsförbundet
4. Wiederholm, T., (1989). Bedömningsunder för sjöar och vattendrag. Bakgrundsdokument. Näringsämnen, syre, ljus och försurning. SNV rapport 3627.

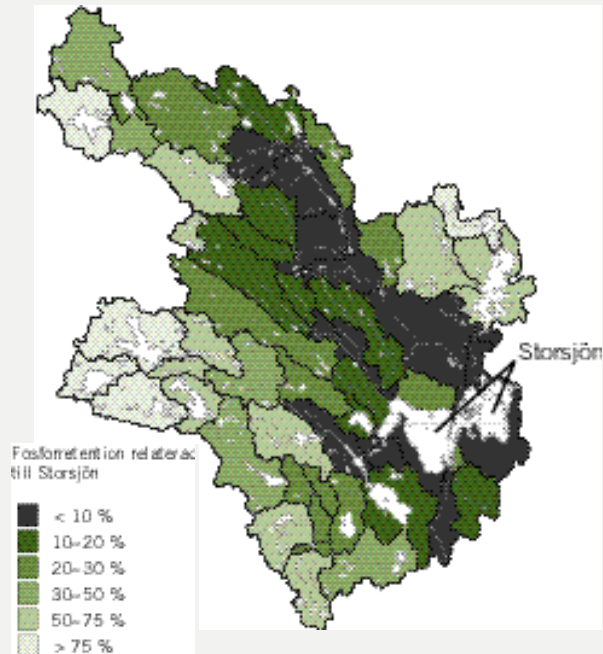
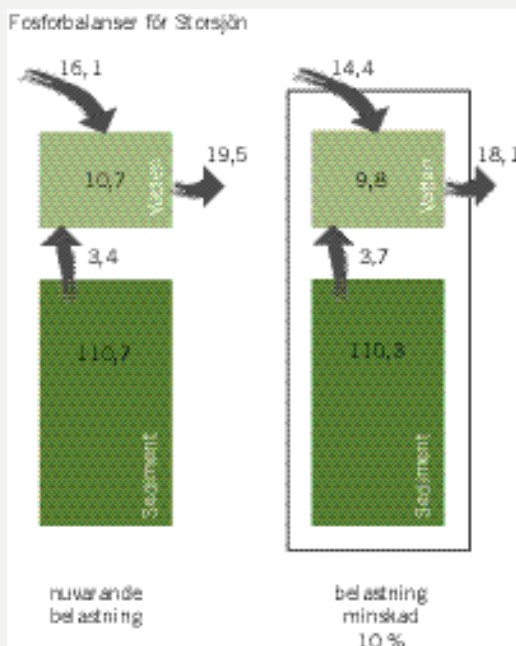
# i avrinningsområden

största enskilda källorna läckage från skogsmark samt utsläpp från punktkällor (reningsverk, industrier, etc).

## Simulering av åtgärder

Om utsläppen av fosfor och kväve skulle minskas från alla antropogena utsläppskällor i Storsjöns tillrinningsområde, med minst 20 procent och upp till 50 procent där det går, visar modellberäkningarna att det bara blir en marginell förbättring i Storsjöns fosforbalans (se figur 3). Sedimenten i sjön släpper istället ifrån sig något större mängder fosfor än tidigare. Orsaken kan vara en ökad diffusion mellan sediment och vattenfas vilket motverkar sänkningen av vattenmassans fosforhalt. Mycket talar för att Storsjön under en lång tid varit kraftigt belastad av närsalter och att sedimenten successivt ackumulerat dessa.

Modellberäkningar som gjordes för en tolvårsperiod visade att om inga åtgärder alls vidtas för att minska läckaget av fosfor sker det en minskning av fosforhalterna, om än långsam. Det skulle kunna vara ett tecken på att Storsjön är i en långsam återhämtningsprocess. Återhämtningen kan dock ta flera decennier beroende att sedimenten läcker mer fosfor när fosfortillförseln till sjön minskar.



Figur 2. Storsjöns tillrinningsområde består av 59 delavrinningsområden. Skogsmarker utgör nära 80 procent av områdets areal. Kartan visar hur stor retentionen av fosfor är för området, och indirekt hur stor andel av fosfor som transporteras vidare till nedströms liggande områden (%). Ju mörkare färg kartans fält har desto mindre är retentionen och ju större blir påverkan på Storsjön. Modifierad från (2).

Resultaten från modellberäkningarna visar att det redan nu är viktigt att begränsa punktsläppen av kväve och fosfor till Storsjön. Särskilt tydligt är att sedimenten i Storsjön har en viktig roll för retentionen och recirkulation av näringsämnen. Modellstudien pekar också på att förutom åtgärder i tillrinningsområdet bör även direkta åtgärder i Storsjön beaktas för att påskynda Storsjöns återhämtning ✨

Figur 3. Om utsläppen av fosfor och kväve skulle minskas från alla olika utsläppskällor i Storsjöns tillrinningsområde, med minst 20 procent, och upp till 50 procent där det går, visar modellberäkningarna att det bara blir en marginell förbättring i Storsjöns fosforbalans. Sedimenten i sjön släpper istället ifrån sig något större mängder fosfor än tidigare. Orsaken kan vara en ökad diffusion mellan sediment och vattenfas vilket motverkar vattenmassans sänkta fosforhalt. Mycket talar för att Storsjön under en lång tid varit kraftigt belastad av närsalter och att sedimenten successivt ackumulerat dessa. Det innebär att återhämtningen kommer att ta decennier. Modifierad från (2).

# Kväveflöden på gårdsnivå

## SOILN-DB – datorverktyg för minskat kväveläckage

SOILN-DB används för att beräkna av kväveläckage från jordbruksmark vid olika odlingsituationer. Det ger beslutsunderlag för att styra produktionen mot ett ökat kväveutnyttjande och därmed minskade kväveförluster.

Modellsystemet har utvecklats vid institutionen för markvetenskap vid SLU och kan användas för att beräkna utlakning av kväve från en gårds enskilda fält. Genom att i modellen variera exempelvis gödslingstidpunkter eller gödslingsmängd kan man få reda på hur kväveläckaget kan minska på en gård. Modellen ger samtidigt svar på hur avkastningen påverkas. Resultaten redovisas för enskilda fält och kan sedan summeras för en växtföljd, en gård eller ett avrinningsområde.

### Bygger på beprövade modeller

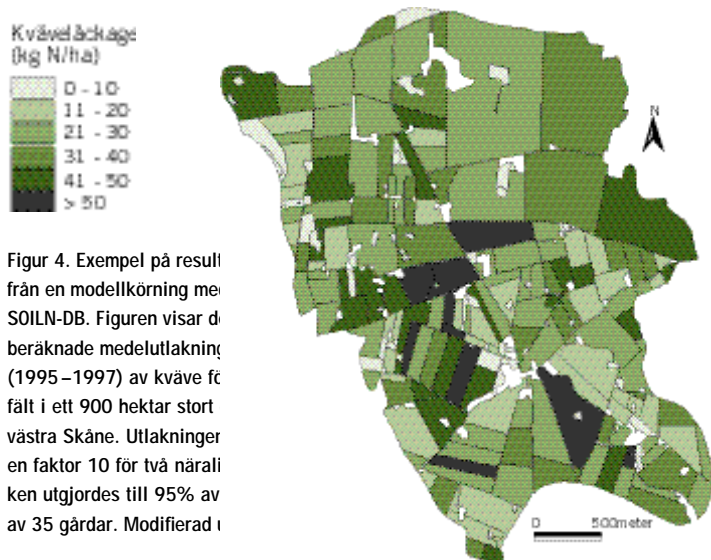
Systemet bygger på tidigare väl beprövade modeller för markvattenbalans, markkvävedynamik och utlakning av kväve (1, 2). Förutom att beräkna kvävebalansen för odlingsystem beräknar SOILN-DB med

dygnsupplösning de viktigaste flödena av kväve i marken. I systemet ingår de databaser med jordartsinformation, klimatfaktorer mm som krävs för beräkningarna. Som drivdata behövs exempelvis dagliga värden på fem meteorologiska variabler. Användarna behöver själva bara ange uppgifter om brukningen som är specifika för gården. Det gäller exempelvis gröda, när och hur mycket man gödslar med stall- och handelsgödsel, skörd och jordbearbetning.

I SOILN-DB går det att generera tidsserier av utlakning eller andra kväveflöden i marken men det är också möjligt att studera hur markens kväveförråd ändras av olika odlingsåtgärder. Till exempel går det att beräkna ökningen av markens mullhalt och dess bördighet med tiden genom upprepad odling av fånggrödor.

### Utlakning kan skilja en faktor 10

Ett 900 hektar stort avrinningsområde med intensiv växtodling i Skåne har under våren 1999 använts för att testköra modellen. Det beräknade kväveläckaget visade god överensstämmelse med bl a den mängd kväve som uppmätts i vattendraget i andra undersökningar. Det visar sig också att variationen i utlakning är stor. Det kan skilja i storleksordningen 10 gånger i kväveutlakning mellan olika näraliggande fält (figur 4). Denna första test av SOILN-DB fortsätter under 1999 att utvidgas till fler områden i landet för att anpassa modellen till ett spektrum av olika jordarter, djurtätheter, väderförhållanden och brukningsformer.



KONTAKTPERSONER: Holger Johnsson, Institutionen för markvetenskap, Avdelning för vattenvårds-  
lära, SLU, Box 7072, 750 07 Uppsala och  
Marcus Hoffman, LRF, 105 33 Stockholm.  
E-POST: Holger.Johnsson@mv.slu.se och  
Marcus.Hoffman@lrf.se





Foto: Mats Gerentz/SLU

## Indexmodellen – ett pedagogiskt verktyg för lantbrukaren

FÖR ATT PÅ ETT ENKELT SÄTT ge en grov uppskattning av kväveutlakningen på en gård har SLU utvecklat en modell för lantbrukare och lantbruksrådgivare (4). Syftet är att tydliggöra de faktorer som påverkar utlakningens storlek och att öka medvetenheten om att ett ökat växtnäringssystem på gården både sparar pengar och avlastar miljön. Liknade modeller har utvecklats bl a i Danmark under senare år (5).

### Fyra nyckelfaktorer

Indexmodellen bygger på att man med kännedom om nyckelfaktorer ska kunna uppskatta utlakningen av kväve. Modellen är enkel och pedagogisk genom att användaren ser vad som orsakar storleken på den beräknade utlakningen. Nyckelfaktorerna är:

- vilken gröda som odlas
- hur mycket den gödslas
- när jordbearbetning utförs
- om och när stallgödsel tillförs

Dessa uppgifter har lantbrukaren i den egna växtodlingsplanen för årets växtodling. Därutöver behövs data om jordart och årsnederbörd, som utgör den naturgivna delen av utlakningen. Modellen ger snabbt en bild av kväveläckaget för det enskilda året och kan uppskatta hur olika förändringar i odlingen kommer att påverka läckaget (figur 5). Nackdelen



Figur 5. På många gårdar kan kväveläckaget minska med 10 – 30 procent med relativt enkla medel. Figuren visar ett realistiskt exempel på hur olika åtgärder kan minska kväveläckaget för en gård med mjölkproduktion i södra Sverige.

med modellen är att den inte kan generera tidsserier av utlakning eller andra kväveflöden i marken.

Senaste året har Jordbruksverket byggt in Indexmodellen som en av modulerna i sitt rådgivningsprogram STANK, STAllgödsel – Näring i Kretslopp. STANK är ett program för PC som distribueras av Jordbruksverket till lantbrukarnas rådgivare. ☀

KONTAKTPERSON: Marcus Hoffman,  
LRF, 105 33 Stockholm.  
E-POST: marcus.hoffman@lrf.se

### KÄLLHÄNVISNINGAR

1. Jansson, P.-E. & S.Halldin, 1979. Model for annual water and energy flow in a layered soil. In Halldin, S. (ed.), 1979, Comparison of Forest Water and Energy Exchange Models (145-163). International Society for Ecological Modelling, Copenhagen.
2. Johnsson, H., Bergström, L., Jansson, P.-E. & K. Paustian, 1987. Simulated nitrogen dynamics and losses in a humid agricultural soil. *Agric. Ecosystems Environ.* 18, 333-356.
3. Hoffmann, M., 1999. Assessment of Leaching Loss Estimates and Gross Load

of Nitrogen from Arable Land in Sweden *Acta Universitatis Agriculturae Suecicae, Agraria* 168, SLU.

4. Hoffmann, M., Aronsson, H., Aronsson, P., Nilsson, H. & B. Albertsson, 1999. Gårdsmodellen - en empirisk modell för kväveutlakning. Teknisk rapport nr 48. Avd. f. vattenvårdslära. SLU.

5. Simmelsgaard, S.E., 1991. Estimering av funktioner för kväveförlust i jordbruksmark. In Rude, S., (ed.), 1991. Kväveförlust i jordbruksmark. Statens Jordbruksökonomiska Institut, Rapport Nr: 62.

# Episodmodellen

– skiljer på naturligt lågt pH och  
mänsklig försurningspåverkan i Norrland

Fram till i dag har det saknats verktyg för att kvantifiera de naturliga bidragen till surstötter under höga vattenflöden. Det har också saknats direktiv för hur provtagningen av surstötter ska gå till för att kunna skilja det naturliga bidraget från det antropogena (mänskligt orsakade). En tvärvetenskaplig projektgrupp håller nu på att ta fram en modell för att arbeta med detta.

DET FINNS GODA SKÄL att anta att sur nederbörd bidrar till surstötter (vatten med mycket låga pH-värden i samband med höga flöden under vårfloden och kraftiga regn) eftersom över hälften av den årliga sulfatdepositionen kan ackumuleras i snö. Samtidigt finns det flera naturliga faktorer som kan ge kraftiga pH-sänkningar. Kännedomen om hur lågt det naturliga pH-värdet kan vara i vattendragen under vårfloden har dock varit dåligt, liksom hur stor påverkan den antropogent drivna försurningen har på djur- och växtlivet.

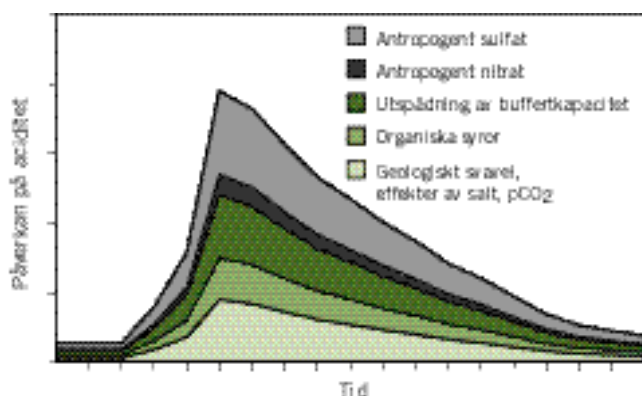
De senaste tio åren har mängden försurande deposition halverats samtidigt som kalkning mot surstötter i norra Sverige ökat i omfattning. Bland annat har ytvattnet som någon gång under året har ett pH under 6,0 kunnat erhålla kalkningsbidrag, eftersom stråvan har varit att återställa vad som har förmodats vara ett naturligt tillstånd för pH.

## Verktyg för kalkningsverksamheten

Episodmodellen som man nu håller på att ta fram ska användas som ett verktyg i den framtida kalkningsverksamheten (1). Naturvårdsverket, länsstyrelserna i Norrland och ett tiotal forskare från Sverige och Norge kartlägger och kvantifierar andelarna antropogen respektive naturlig försurning i norrländska vattendrag (figur 6). Modellen ska användas för att beräkna och urskilja det antropogena bidraget till surstötter bl a för att undvika kalkning av naturligt sura vattendrag. Dessutom ska den ge underlag för att bedöma vilka åtgärder som måste utföras för att främja naturligt djur- och växtliv i vattendragen. Möjligheten finns också att använda modellen för att studera den antropogena försurningens påverkan på vattendrag som inte är kroniskt försurade.

## Modellbeskrivning

Episodmodellen bygger på buffertkapacitetskonceptet Acid Neutralisation Capacity (ANC). De antropogena faktorerna räknas bort från det naturliga bidraget genom att ett naturligt, förindustriellt pH för högflödesepisoden uppskattas från vattenkemiska data (anjoner, katjoner samt löst organiskt kol). Ett tiotal prover tagna före och under episoden behövs för att beräkna värden på den antropogena komponentens storlek. Med hjälp av en ny, organisk syramodell beräknas de naturliga organiska humussyrorernas betydelse för pH (se 2 och figur 7). Modellen och



Figur 6. Olika faktorer som bidrar till pH:s nedgång under vårfloden (diagrammet är ej skalenfritt). De antropogena bidragen kommer från atmosfärsdeposition av sulfat och nitrat. De naturliga försurningsfaktorerna utgörs av organiska syror, havssalt och mineraliskt svavel samt utspädning av buffertkapaciteten och ett förhöjt partialtryck av koldioxid beror på processer i mark och vatten. Modifierat ur (3).



Foto: Mats Gerenz/SLU

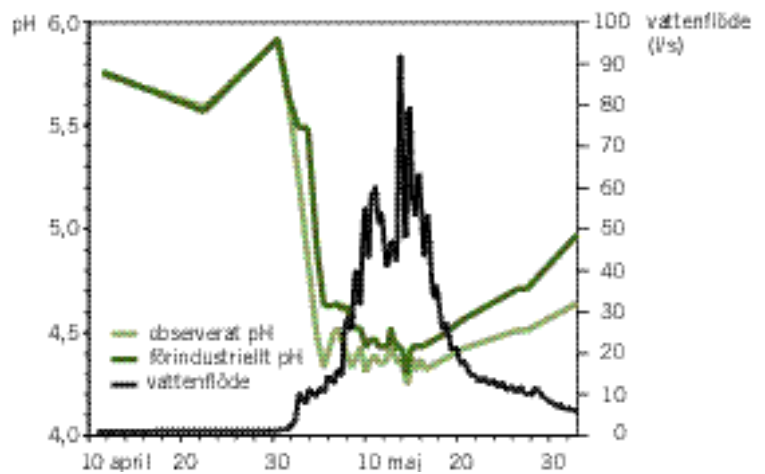
provtagningsprotokollet gör det också möjligt att följa utveckling och trender i episodkemin drivna av till exempel förändringar i depositionsmonster eller klimat.

### Surstötter mest naturliga

Projektresultaten visar att naturliga källor, som organiska syror och utspädning av buffertkapaciteten, står för de största bidragen till observerade surstötter i Norrland (3). Generellt är det i de sämst buffrade vattendragen som den antropogena påverkan är viktigast för att sänka pH under värfloden. Det är också klarlagt att små vattendrag i Norrland kan erhalla pH-värden under 4,5 genom helt naturliga processer i samband med snösmältningen. Resultaten visar också att korrelationen mellan den antropogena depositions intensitet och vattendragens försurning är mycket god. Detta betyder att en minskad antropogen deposition snabbt ger en minskad antropogen försurning i vattendragen.

### Utvidgad tillämpning

Modellen kommer nu att tillämpas på nyinsamlade data för att ge en överblick av situationen i de svenska ytvattnen. På sikt är ambitionen att göra modellen tillgänglig på SLUs hemsida för bedömning av enskilda vattendrags antropogena försurningspåverkan. ✨



Figur 7. Resultat av användningen av Episodmodellen i Svartbergets avrinningsområde under vårfloden 1997. Figuren visar uppmätt respektive beräknat förindustriellt pH och flöde. Skillnaden mellan de två kurvorna är det antropogena försurningsbidragets påverkan på pH. Naturliga organiska syror och utspädning av buffertkapaciteten är de viktigaste orsakerna till att pH naturligt faller under 4,5. Svartberget är ett 50 hektar stort område i SLU:s försökspark i Vindelns kommun, som använts för undersökningar sedan i början av 1980-talet. Modifierat ur (3).

KONTAKTPERSONER: Hjalmar Laudon, Inst. för skogsekologi, SLU, 901 83 Umeå och Kevin Bishop, Inst. för miljöanalys, SLU, 750 07 Uppsala  
E-POST: Hjalmar.Laudon@sek.slu.se och Kevin.Bishop@ma.slu.se

### NOTER OCH KÄLLHÄNVISNINGAR

1. Projektet Acid episodes in Northern Sweden: The separation of natural acidity from anthropogenic acidification har stöd från bl. a. Naturvårdsverkets kalkningsprogram. Kontaktpersoner är Ulla Bertills och Torbjörn Svensson. Projektet har löpt sedan hösten 1996.

2. Köhler, S., 1999. Quantifying the role of organic acids on pH and buffering

capacity in Swedish surface waters. Doktorsavhandling vid institutionen för skogsekologi, SLU.

3. Laudon, H., 1999. Spring flood pH decline in Northern Sweden: Towards an operational model separating natural acidity from anthropogenic acidification. Licentiatavhandling vid institutionen för skogsekologi, SLU.

### notiser

## Program för att uthålligt använda vatten

VATTENSTRATEGISKA forskningsprogrammet syftar till att utveckla strategier för uthållig användning av vattenresurser och drivs i samarbete mellan flera svenska universitet och högskolor. VASTRA ska studera hanteringen av vatten för hela avrinningsområden ur naturvetenskapliga, samhällsvetenskapliga, ekonomiska, juridiska och administrativa aspekter. Stödverktyg ska utvecklas i form av modeller, ekoteknologiska metoder samt styrmedel och metoder för konflikthantering. Tanken är att belysa olika perspektiv för vattenförsörjning, biologisk produktion och rekreation och ge underlag för beslut i vattenadministrativa frågor. Till exempel ska det vara möjligt att visa hur och när förändringar i jordbruksmetoder påverkar dricks- och grundvattenkvaliteten både lokalt och för

hela avrinningsområdet. Ett särskilt fokus läggs på växtnärlösa flöden samt yt- och grundvattenresurser där Laholmsbuktens tillrinningsområde, särskilt Genevadsåns avrinningsområde, studeras. Senare kommer även Emån, som rinner ut i Östersjön, att specialstuderas. Programmet finansieras av MISTRA och värdskapet innehas av Linköpings universitet. Från SLU medverkar avdelningen för naturresurs- och miljöekonomi och avdelningen för vattenvårdslära.

#### KONTAKTPERSON:

Hans-Bertil Wittgren, Tema Vatten i natur och samhälle, Linköpings universitet, 581 83 Linköping.  
E-POST: hb.wittgren@tema.liu.se  
LÄS MER:  
<http://www.tema.liu.se/vastra>

## Förstudie för landskapsövervakning

"STICKPROVSVIS landskapsövervakning" är ett nytt inslag i Naturvårdsverkets förslag om nytt program för miljöövervakning. Tanken är att följa förändringar på landskapsnivå genom att kombinera fjärranalys, dvs flyg- eller satellitbilder, och stickprov i fält. För stickproven kommer Riksskogstaxeringens/ståndortskarteringens provytor utnyttjas. Naturvårdsverket har uppdragit åt SLU att ta fram ett plan för den fortsatta metodutvecklingen.

Utgångspunkter är bl a erfarenheter från LiM-projektet (livsmedelspolitikens miljöeffekter), olika regionala projekt för landskapsövervakning och internationella erfarenheter, där Storbritanniens "Country - side Survey" är ett viktigt inslag. Flera institutioner och enheter vid SLU medverkar i arbetet som samordnas av SLU Miljödata.

#### KONTAKTPERSONER:

Jonas.Fridman@resgeom.slu.se,  
Torgny.Wiederholm@md.slu.se.

## Seminarier/konferenser/workshops

### 7-8 oktober

Mångfaldskonferensen 1999:

Biodiversitet i städer

Träffpunkt för forskare, planerare och naturvårdsarbetare runt om i landet som är intresserade av biologisk mångfald i tätortsmiljö.

PLATS: Medicinaregatan 20 A,

Göteborg

ARRANGÖR: Centrum för biologisk mångfald, FRN, Miljösektionen GU/CTH, Naturhistoriska museet i Göteborg

ANMÄLAN: <http://www.cbm.slu.se/konfblankett99.htm>

INFO: Asa.Berggren@cbm.slu.se

### 8-10 november

Ekologiskt lantbruk

Bred konferens som vänder sig till lantbrukare, rådgivare, forskare, lärare och andra med intresse för det ekologiska lantbruket.

PLATS: Aulan, Alnarpsgården,

Alnarp

ARRANGÖR: Centrum för uthålligt lantbruk

INFO: Fredrik.Fogelberg@lt.slu.se

### 30 november - 1 december

Skogskonferensen 1999

PLATS: Undervisningshuset, Ultuna

ARRANGÖR: Skogsvetenskapliga fakulteten, SLU

ANMÄLAN: <http://www-skogskonferensen.sfak.slu.se>

INFO: conference@slu.se

Vill du ha en kostnadsfri prenumeration på Miljötrender?

Kontakta:

SLU Publikationstjänst

Box 7075

750 07 Uppsala

FAX: 018-67 28 54

E-POST: inger.blomstedt@cf.slu.se